

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-139715

(43)Date of publication of application : 27.05.1997

(51)Int.Cl. H04B 10/152
 H04B 10/142
 H04B 10/04
 H04B 10/06
 G02F 1/01
 G02F 1/35
 H01S 3/10
 H04B 10/02
 H04B 10/18
 H04B 10/28
 H04B 10/26
 H04B 10/14

(21)Application number : 07-298107

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 16.11.1995

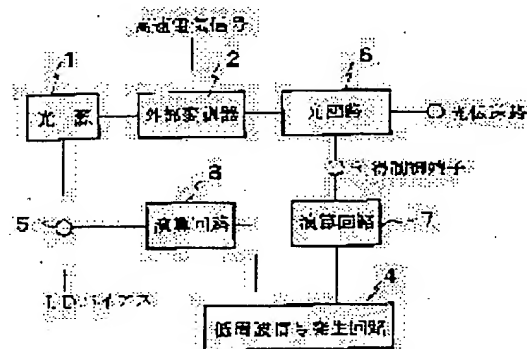
(72)Inventor : NAKAMOTO HIROSHI

(54) OPTICAL TRANSMITTER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To remarkably increase a threshold level of induced Brillouin scattering by suppressing intensity modulation of a light source LD generated light in the case of applying optical frequency modulation to the light source LD in order to prevent production of the induced Brillouin scattering in an optical transmission line in the configuration of the optical transmitter.

SOLUTION: In the transmitter, an external modulator 2 modulates a light generated from a light source 1 consisting of a laser diode(LD) by using a high speed electric signal and the modulated light is amplified via an optical circuit 6 having an optical amplification function and the modulated and amplified signal is sent to an optical transmission line. In this case, a low frequency signal generating circuit 4 generating a low frequency signal and provided to the optical transmitter superimposes the low frequency signal to a bias current of the light source 1 via an adder 5 to apply optical frequency modulation to the generated light and the low frequency signal is fed to a gain control terminal of the optical circuit 6, in which intensity modulation opposite in the polarity to the intensity modulation component in the light generated from the light source 1 is conducted.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-139715

(43) 公開日 平成9年 (1997) 5月27日

(51) Int. Cl. ⁸	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 B	10/152		H 0 4 B 9/00	L
	10/142		G 0 2 F 1/01	C
	10/04		1/35	
	10/06		H 0 1 S 3/10	Z
G 0 2 F	1/01		H 0 4 B 9/00	M

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願平7-298107	(71) 出願人	000005223 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(22) 出願日	平成7年 (1995) 11月16日	(72) 発明者	中元 洋 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 柏谷 昭司 (外2名)

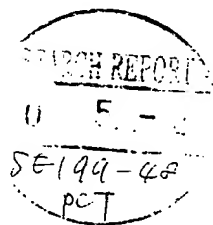
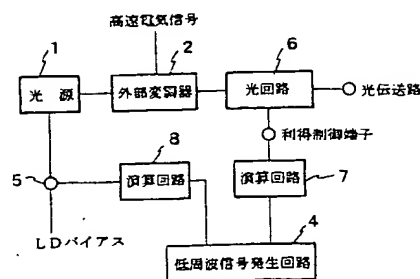
(54) 【発明の名称】 光送信機

(57) 【要約】

【課題】 光送信機の構成に関し、光伝送路における誘導ブリルアン散乱の発生を防止するために、光源LDに光周波数変調を行なう際に、LD発生光の強度変調を抑圧することによって、誘導ブリルアン散乱発生の閾値を大幅に上昇させる。

【解決手段】 光送信機において、レーザダイオード (LD) からなる光源1の発生光を外部変調器2において高速電気信号によって変調し、この変調光を光増幅機能を有する光回路6を経て増幅して光伝送路に送出する場合に、低周波信号を発生する低周波信号発生回路4を設けて、この低周波信号を加算器5を介して光源1のバイアス電流に重畳してその発生光を光周波数変調するとともに、この低周波信号を光回路6の利得制御端子に供給して、光回路6において光源1の発生光の強度変調成分と逆極性の強度変調を行う。

本発明の第1形態 (1) を示す図



【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザダイオード（LD）からなる光源の発生光を外部変調器において高速電気信号によって変調し、該変調光を光増幅機能を有する光回路を経て増幅して光伝送路に送出する光送信機において、

低周波信号を発生する低周波信号発生回路を設けて、該低周波信号を加算器を介して前記光源のバイアス電流に重畳して発生光を光周波数変調するとともに、該低周波信号を前記光回路の利得制御端子に供給して、該光回路において前記光源の発生光の強度変調成分と逆極性の強度変調を行うことを特徴とする光送信機。

【請求項2】 請求項1に記載の光送信機において、前記光回路の出力側に挿入された光分岐器を介して分岐された出力光の一部を光電変換して得られた信号を同期検波回路に入力し、前記低周波信号によって同期検波して得られた信号を用いて、前記光回路の利得制御端子に供給する低周波信号の振幅を調整する演算回路の利得制御を行なうことによって、光回路6の出力光の強度変調成分を抑圧することを特徴とする光送信機。

【請求項3】 請求項2に記載の光送信機において、前記光分岐器を介して分岐された光伝送路からの戻り光を光電変換して得られた信号を用いて、前記加算器に供給する低周波信号の振幅を調整する演算回路の利得制御を行うことによって、光伝送路における誘導ブリルアン散乱の発生を抑圧することを特徴とする光送信機。

【請求項4】 レーザダイオード（LD）からなる光源の発生光を外部変調器に設けられた高速変調器部において高速電気信号によって変調し、該変調光を光増幅器を経て増幅して光伝送路に送出する光送信機において、低周波信号を発生する低周波信号発生回路を設けて、該低周波信号を加算器を介して前記光源のバイアス電流に重畳して発生光を光周波数変調するとともに、該外部変調器において前記高速変調器部の出力側に低速変調器部を挿入して、該低周波信号によって、高速変調器部の出力光に対して前記光源の発生光の強度変調成分と逆極性の強度変調を行うことを特徴とする光送信機。

【請求項5】 請求項4に記載の光送信機において、前記光増幅器の出力側に挿入された光分岐器を介して分岐された出力光の一部を光電変換して得られた信号を同期検波回路に入力し、前記低周波信号によって同期検波して得られた信号を用いて、前記低速変調器部に供給する低周波信号の振幅を調整する演算回路の利得制御を行なうことによって、光増幅器の出力信号の強度変調成分を抑圧することを特徴とする光送信機。

【請求項6】 請求項5に記載の光送信機において、前記光分岐器を介して分岐された光伝送路からの戻り光を光電変換して得られた低周波信号を用いて、前記加算器に供給する低周波信号の振幅を調整する演算回路の利得制御を行うことによって、光伝送路における誘導ブリルアン散乱の発生を抑圧することを特徴とする光送信機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光送信機の構成に関し、特に光ファイバにおける伝送光の高出力化に伴う、誘導ブリルアン散乱の発生を防止するために、光源のレーザダイオード（LD）に光周波数変調を行なう際に、LD発生光の強度変調を抑圧しながら、誘導ブリルアン散乱発生の閾値を大幅に上昇させるようにした光送信機に関するものである。

10 【0002】光通信システムの大容量化と、伝送路の長距離化のためには、光送信機出力の高出力化を図ることが必要である。光送信機出力の高出力化のためには、一般にエルビウムドープドファイバ（EDF）を用いた光増幅器が使用されているが、近年の光増幅器の高性能化に伴って、光ファイバの非線形効果を引き起こし、伝送特性に悪影響を及ぼすほどの高出力が得られるようになった。しかしながら、伝送システムの設計上は、このような非線形効果を抑えながら、高出力で伝送路に光信号を送出できるようにすることが望ましい。

20 【0003】

【従来の技術】光ファイバの伝送特性に悪影響を及ぼす、光ファイバの非線形効果として、誘導ブリルアン散乱（SBS）がある。誘導ブリルアン散乱は、光ファイバに送出される単一波長の光電力がある閾値以上になると、伝送光と逆の方向に光が戻ってくる現象であって、この現象が発生すると、伝送路にある限度以上の光信号を送出することができなくなるものである。

30 【0004】光通信システムにおいては、外部変調器の開発による光出力の波長変動の低減によって、誘導ブリルアン散乱が顕著に現れるようになった。これに対して、送信光波長を変調することによって、誘導ブリルアン散乱発生の閾値（SBS閾値）を上昇させる方法が知られている。

【0005】具体的には、光源LDのバイアス電流に対して微小変調を行なうことによって、LDに光周波数変調をかけて、発生光のスペクトルを拡げることによって、SBS閾値を上昇させる方法が、特開昭59-11045号公報、特開平4-188686号公報等によって開示されている。

40 【0006】図7は、従来の光送信機の構成例を示したものである。図中、1は光源であってLDからなっている。2は外部変調器であって、LDの発生光を数GHzの高速電気信号によって変調して、変調信号光を発生する。3は光増幅器であって、例えばEDFからなっており、入力光を増幅して光伝送路へ送出する。4は低周波信号発生回路であって、例えば100KHz程度の低周波信号を発生する。5は加算器であって、LDバイアス電流に低周波信号を重畳してLDに供給する。

50 【0007】このように、光源のLD1のバイアス電流に、低周波信号による微小変調をかけることによって、

。LD発生光のスペクトルを拡げることができ、これによって、光伝送路を構成する光ファイバにおける、SBS閾値を上昇させることができる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところが、SBS閾値をさらに上昇させるためには、光スペクトルをさらに拡げる必要があるが、そのためにLDのバイアス電流変調を大きくすると、LD発生光に強度変調がかかるようになって、光信号における雑音が増加する。

【0009】例えば、所要スペクトル線幅を $\Delta\nu$ [MHz]とした場合、LDの光周波数変調効率を k [MHz/mA]として、

$$I_{\text{bias}} = (\Delta\nu / k)$$

の電流振幅で、LDバイアスに変調を加える必要がある。

【0010】しかしながら、この場合は、LDの微分効率を η [mw/mA]とすると、LDには、 $I_{\text{bias}} * \eta$ の強度変調がかかることになる。これによって信号成分が相対的に減少し、受信感度の劣化を引き起こす。

【0011】LDの微分効率は、ある程度以上の大きさが必要になるので、強度変調成分を抑えるためには、光周波数変調効率をかなり大きくする必要がある。しかし、通常のLDモジュールでは、光周波数変調効率を大きくとることができず、従って、強度変調成分を充分抑えながら、SBS閾値を大幅に上昇させることは困難であった。

【0012】本発明は、このような従来技術の課題を解決しようとするものであって、光源のLDに光周波数変調を行なう際に、LD発生光の強度変調を抑圧しながら、誘導ブリルアン散乱発生閾値を大幅に上昇させることが可能な光送信機を提供することを目的としている。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明においては、このような課題を解決するため、次の各具体的手段を備えている。

【0014】(1) レーザダイオード (LD) からなる光源1の発生光を外部変調器2において高速電気信号によって変調し、この変調光を光増幅機能を有する光回路6を経て増幅して光伝送路に送出する光送信機において、低周波信号を発生する低周波信号発生回路4を設けて、この低周波信号を加算器5を介して光源1のバイアス電流に重畳して発生光を光周波数変調するとともに、この低周波信号を光回路6の利得制御端子に供給して、光回路6において光源1の発生光の強度変調成分と逆極性の強度変調を行う。

【0015】(2) (1) の場合に、光回路6の出力側に挿入された光分岐器9を介して分岐された出力光の一部を光電変換して得られた信号を同期検波回路11に入力し、低周波信号発生回路4からの低周波信号によって同

期検波して得られた信号を用いて、光回路6の利得制御端子に供給する低周波信号の振幅を調整する演算回路7の利得制御を行なうことによって、光回路6の出力光の強度変調成分を抑圧する。

【0016】(3) (2) の場合に、光分岐器9を介して分岐された光伝送路からの戻り光を光電変換して得られた信号を用いて、加算器5に供給する低周波信号の振幅を調整する演算回路8の利得制御を行うことによって、光伝送路における誘導ブリルアン散乱の発生を抑圧する。

10 【0017】(4) レーザダイオード (LD) からなる光源1の発生光を外部変調器14に設けられた高速変調器部15において高速電気信号によって変調し、この変調光を光増幅器3を経て増幅して光伝送路に送出する光送信機において、低周波信号を発生する低周波信号発生回路4を設けて、この低周波信号を加算器5を介して光源1のバイアス電流に重畳して発生光を光周波数変調するとともに、外部変調器14において高速変調器部15の出力側に低速変調器部16を挿入して、低周波信号発生回路4からの低周波信号によって、高速変調器部15の出力光に対して光源1の発生光の強度変調成分と逆極性の強度変調を行う。

20 【0018】(5) (4) の場合に、光増幅器3の出力側に挿入された光分岐器9を介して分岐された出力光の一部を光電変換して得られた信号を同期検波回路11に入力し、低周波信号発生回路4からの低周波信号によって同期検波して得られた信号を用いて、低速変調器部16に供給する低周波信号の振幅を調整する演算回路7の利得制御を行なうことによって、光増幅器3の出力光の強度変調成分を抑圧する。

30 【0019】(6) (5) の場合に、光分岐器9を介して分岐された光伝送路からの戻り光を光電変換して得られた信号を用いて、加算器5に供給する低周波信号の振幅を調整する演算回路8の利得制御を行うことによって、光伝送路における誘導ブリルアン散乱の発生を抑圧する。

40 【0020】本発明の場合、このようにすることによって、LDからなる光源を有する光送信機において、誘導ブリルアン散乱の発生を防止するために、光源に対して低周波信号によって光周波数変調を行なう際に、光源からの発生光の強度変調を抑圧することができるので、光周波数変調を大きくすることができ、従って、光伝送路における誘導ブリルアン散乱発生閾値を大幅に上昇させることができるようになる。

【0021】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の実施形態(1)を示したものであって、図7の場合と同じものを同じ番号で示し、これらの動作は図1の場合と同様である。6は光回路であって、光電力を増幅する機能を持つとともに、その際の利得を制御するための利得制御端子を有している。7は演算回路であって、低周波信号発生回路4の低周波信号に所定の演算を行なってその振幅を変換し

て、光回路6へ供給する。8は演算回路であって、低周波信号発生回路4の低周波信号に所定の演算を行なってその振幅を変換して、加算器5へ供給する。

【0022】図1に示された実施形態においては、光源1を構成するLDは、演算回路8を経て供給された低周波信号を、加算器5においてLDバイアスに重畳して供給されることによって、発生光に周波数変調を生じるとともに、強度変調を生じる。

【0023】光回路6は、例えばEDF光増幅器の場合は、内部に強度変調器を直列に設けて、この強度変調器に、演算回路7を介して利得制御端子から低周波信号発生回路4からの低周波信号を加えて、光源1において生じた強度変調と逆の極性の強度変調をかけることによって、光源1の発生光の強度変調を打ち消す。強度変調器としては、例えばマッハツェンダ型光変調器等を用いることができる。

【0024】このとき、強度変調器の電気・光変換特性に応じて、低周波信号に対して振幅の変換を施すことが必要な場合は、演算回路7によって所要の調整を行なう。なお、演算回路8は光源1における周波数変調を所要の値にするために設けられている。

【0025】図2は、本発明の実施形態(2)を示したものであって、図1の場合と同じものを同じ番号で示し、それらの動作は図1の場合と同様である。9は光分岐器であって、光回路6の出力光の一部を分岐する。10はフォトダイオード(PD)であって、光信号を電気信号に変換する。11は同期検波回路であって、PD10の出力電気信号を、低周波信号発生回路4からの低周波信号によって同期検波して、直流信号を出力する。

【0026】図2に示された実施形態においては、光回路6の出力の一部を光分岐してモニタして、その低周波強度変調成分を取り出し、もとの低周波信号と同期検波を行って得られた信号を演算回路7に帰還することによって、光回路6の利得制御端子に入力する低周波信号の振幅設定を行う。

【0027】これによって、光源1を構成するLDの微分効率と、光回路6における、利得制御端子の印加電圧に対する光電力増幅利得制御性との経時劣化に対して、実施形態(1)の構成に基づく、光源の低周波の強度変調を打ち消す効果を維持することができる。

【0028】以下、この場合の同期検波動作について説明する。

① 光源1の低周波の強度変調成分は、光回路6における補償のための強度変調が不十分な場合は、強度変調成分が多少圧縮されて、光送信機から出力される。

② 光回路6において、補償のための適当な強度変調が行われた場合は、強度変調成分は十分に打ち消される。

③ 光回路6において、補償のための強度変調が過度に行われた場合は、光源1の低周波の強度変調成分とは、極性の反転した強度変調を行われた光信号が、光送信機

から出力される。

【0029】①、②、③の各状態は、光源1の強度変調成分と、光回路6における補償のための強度変調との大小関係に応じて生じ、光送信機出力の強度変調成分の極性は、①、②、③の各場合に、それぞれ非反転、変化なし、反転となる。

【0030】従って、光回路6の出力の一部をモニタして、電気信号に変換し、低周波信号によって同期検波することによって、①の場合と③の場合とで、極性の反転した信号が得られるので、この信号を光回路の強度変調補償のための変調度の設定のために帰還する。

【0031】①の場合は、補償のための強度変調を大きくするように帰還を行う。③の場合は補償のための強度変調を小さくするように帰還を行う。これによって、光送信機出力における、低周波の強度変調成分を常に抑圧することができる。

【0032】図3は、本発明の実施形態(3)を示したものであって、図2の場合と同じものを同じ番号で示し、それらの動作は図2の場合と同様である。12はフォトダイオード(PD)であって、光信号を電気信号に変換する。13は演算回路であって、PD12の出力信号に所要の演算を行なってその大きさを調整して、演算回路8へ利得制御信号として供給する。

【0033】図3に示された実施形態においては、光伝送路から光回路6の側に対する戻り光が大きくなった場合、この光電力をモニタして、演算回路8に帰還することによって、演算回路8を経て光源1に加えられる低周波変調信号の振幅を大きくする。

【0034】光源1を構成するLDの光周波数変調効率が経時的に劣化した場合、所要スペクトル線幅を満たさなくなり、SBSが生じるようになるが、本実施形態では、SBSによる戻り光の大きさに応じて、光源1に加える低周波信号の振幅を大きくして、光周波数変調を大きくするので、SBSを抑圧することができる。なおこの際に生じる低周波強度変調成分の増加は、PD10、同期検波回路11、演算回路7を介する、実施形態(2)の場合と同様な動作によって打ち消すようにする。

【0035】図4は、本発明の実施形態(4)を示したものであって、図1の場合と同じものを同じ番号で示し、それらの動作は図1の場合と同様である。14は外部変調器であって、高速変調器部15と低速変調器部16とを有し、光信号に対して高速電気信号による変調と、低周波信号による変調とを行うことができるものである。光増幅器3は図7に示された従来回路の場合と同様であるが、低周波強度変調をかけるための、利得制御端子は必要ではない。

【0036】図4に示された実施形態においては、光源1からの光信号に対して、高速変調器部15において外部からの高速電気信号による変調を行うとともに、その出力光に対して、低速変調器部16において、低周波信

号発生回路4からの低周波信号によって、光源1において生じた強度変調と逆の極性の強度変調をかけることによって、光源1の発生光の強度変調を打ち消す。

【0037】このとき、低速変調器部16の電気・光変換特性に応じて、低周波信号に対して振幅の変換を施すことが必要な場合は、演算回路7によって所要の調整を行なう。低速変調器部16には、例えば実施形態(1)の場合の強度変調器と同様のものを用いることができる。

【0038】図5は、本発明の実施形態(5)を示したものであって、図2および図4の場合と同じものを同じ番号で示している。

【0039】図5に示された実施形態においては、図4に示された実施形態の場合に、光源1を構成するLDの微分効率の経時劣化によって、低速変調器部14における補償のための低周波強度変調が過度になった場合に、光増幅器3の出力光の一部を光分岐してモニタして、その低周波強度変調成分を取り出し、同期検波回路11において低周波信号と同期検波を行って得られた直流信号を、演算回路7に帰還してその利得を制御することによって、低速変調器部16に加えられる低周波信号の振幅を小さくするように設定するので、光増幅器3の出力光における強度変調を常に抑圧することができる。

【0040】図6は、本発明の実施形態(6)を示したものであって、図3および図4の場合と同じものを同じ番号で示している。

【0041】図5に示された実施形態においては、光源1を構成するLDの光周波数変調効率の経時劣化によって、所要スペクトル線幅を満たさなくなり、SBSが生じるようになるが、本実施形態では、光伝送路から光回路6の側に対する戻り光が大きくなった場合、この光電力をモニタして、演算回路8に帰還することによって、演算回路8を経て光源1に加えられる低周波信号の振幅を大きくして、光周波数変調を大きくするので、SBSを抑圧することができる。

【0042】なおこの際に生じる低周波強度変調成分の増加は、実施形態(5)の場合と同様に、光増幅器3の出

力を光分岐しPD10を経てモニタして、同期検波回路11によって直流信号に変換して、演算回路7に帰還してその利得を制御することによって、低速変調器部16に加えられる低周波信号の振幅を大きくするように設定するので、光伝送路信号における強度変調を常に抑圧することができる。

【0043】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、高出力の光信号による光ファイバの誘導ブリルアン散乱を打ち消すために、光源LDに光周波数変調をかける場合に生じる強度変調成分を抑圧しながら、誘導ブリルアン散乱発生の閾値を大幅に上昇させることができるので、高出力の光送信機の実現の上で極めて有効である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態(1)を示す図である。

【図2】本発明の実施形態(2)を示す図である。

【図3】本発明の実施形態(3)を示す図である。

【図4】本発明の実施形態(4)を示す図である。

【図5】本発明の実施形態(5)を示す図である。

【図6】本発明の実施形態(6)を示す図である。

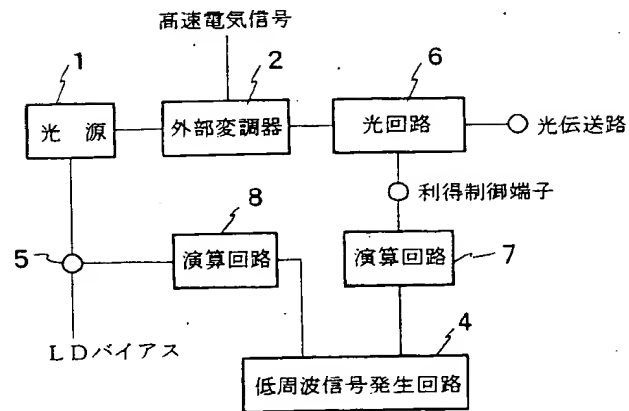
【図7】従来の光送信機の構成例を示す図である。

【符号の説明】

- 1 光源
- 2 外部変調器
- 3 光増幅器
- 4 低周波信号発生回路
- 5 加算器
- 6 光回路
- 7 演算回路
- 8 演算回路
- 9 光分岐器
- 11 同期検波回路
- 14 外部変調器
- 15 高速変調器部
- 16 低速変調器部

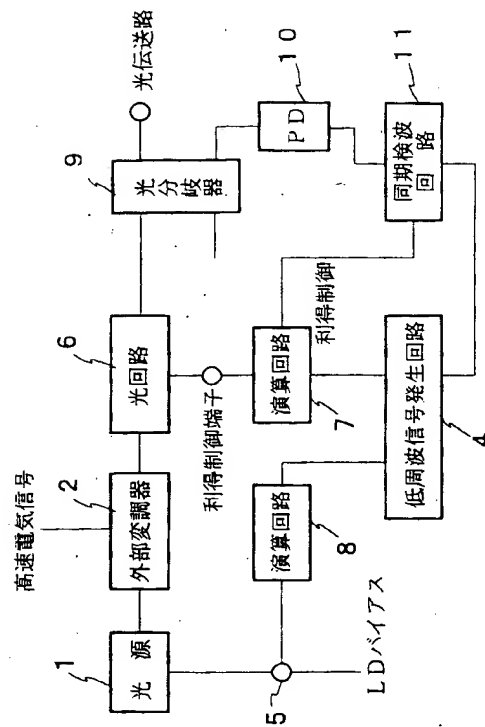
【図1】

本発明の実施形態(1)を示す図



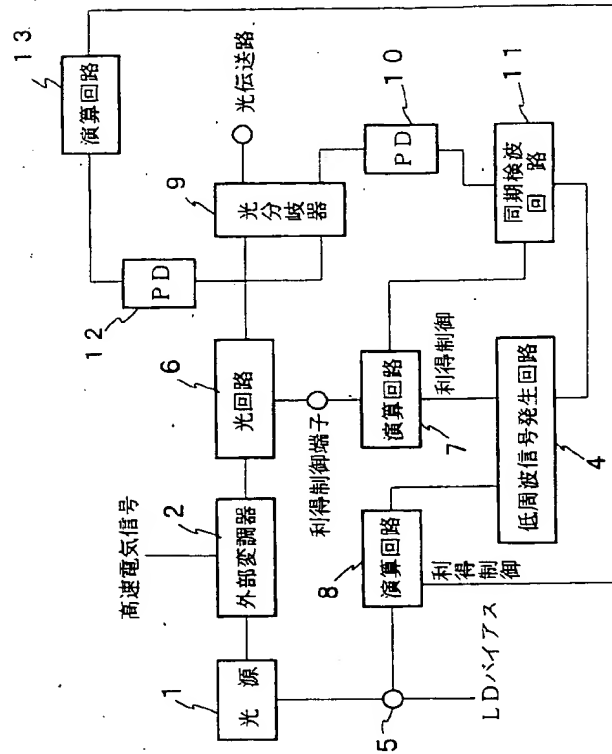
【図2】

本発明の実施形態(2)を示す図



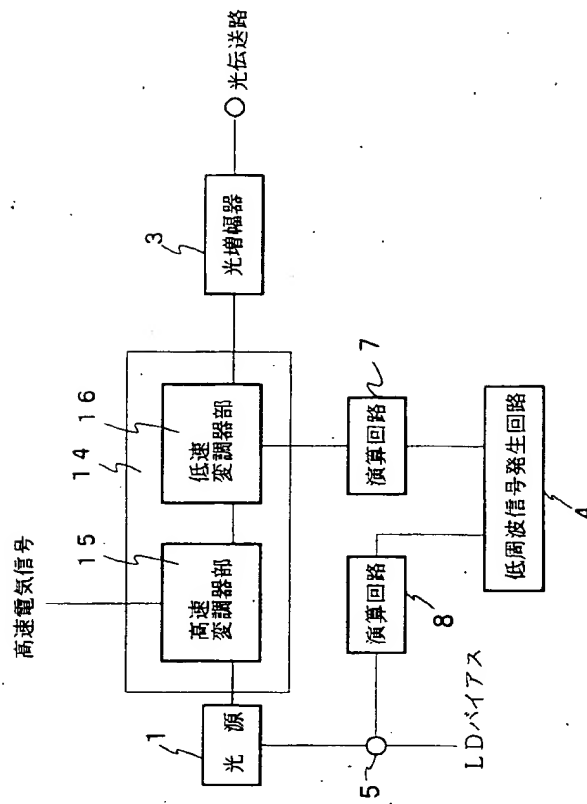
【図3】

本発明の実施形態(3)を示す図



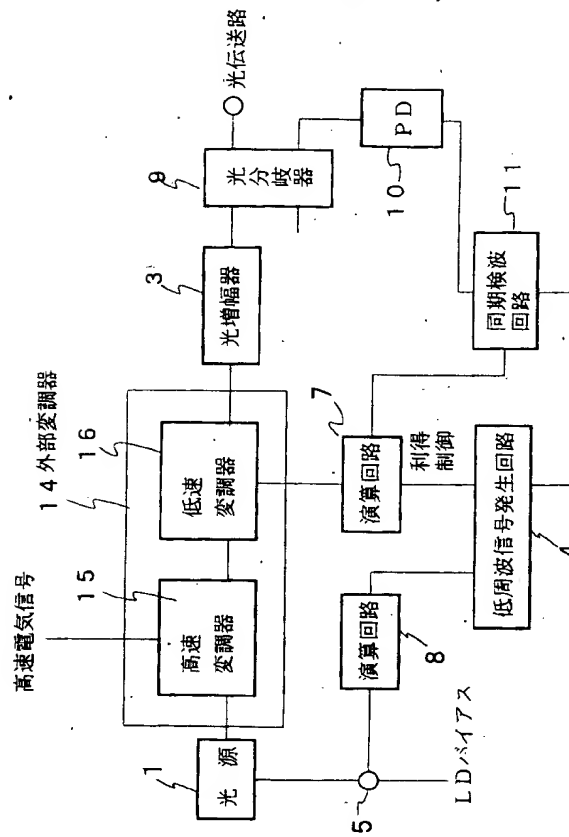
【図4】

本発明の実施形態（4）を示す図



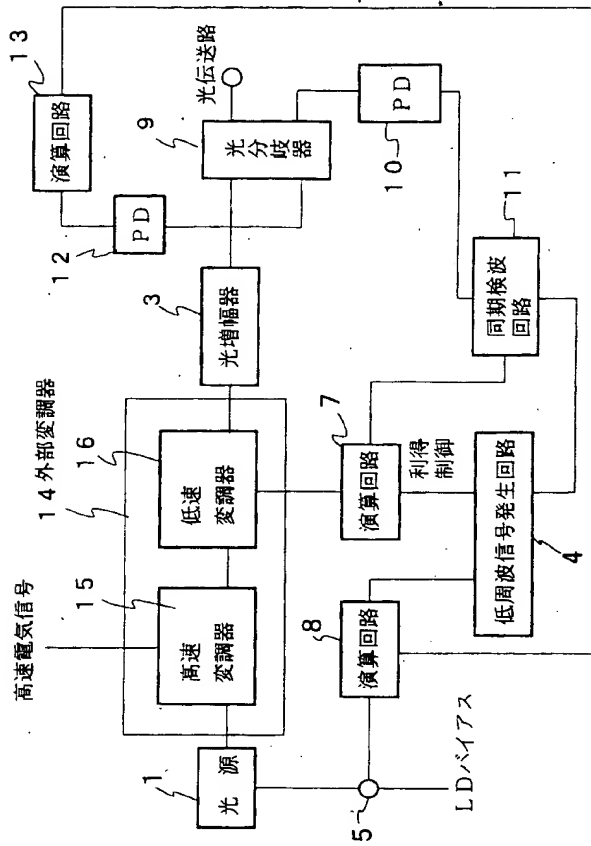
【図5】

本発明の実施形態（5）を示す図



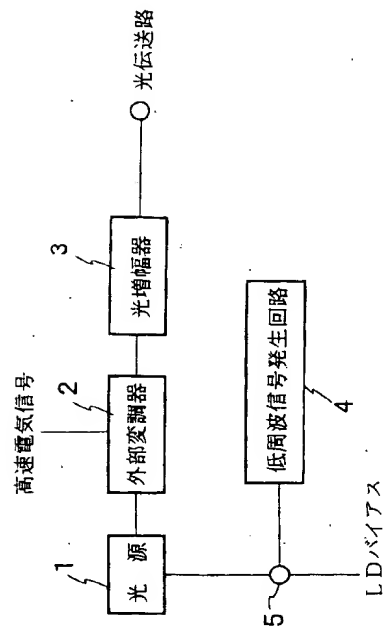
【図6】

本発明の実施形態（6）を示す図



【図7】

従来の光送信機の構成例を示す図



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁶

G 0 2 F 1/35

H 0 1 S 3/10

H 0 4 B 10/02

10/18

10/28

10/26

10/14

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 4 B 9/00

技術表示箇所

Y